

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **08-096946**(43)Date of publication of application : **12.04.1996**

(51)Int.CI.

**H05B 6/12**  
**A47J 36/02**(21)Application number : **06-233063**

(71)Applicant :

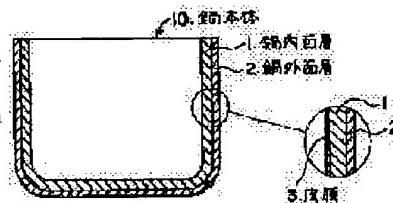
**MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
KINOMASA:KK  
NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD**(22)Date of filing : **28.09.1994**

(72)Inventor :

**HASHIZUME KIMIO  
MAKINO OSAMU  
WATANABE MIKIO  
SHIRAKI YASUHIRO  
HOTTA MASAMI  
OKUBO NOBUHIRO  
YOSHIDA HIROSHI  
KATAGIRI TATSUO****(54) ELECTROMAGNETIC COOKING PAN****(57)Abstract:**

PURPOSE: To increase the heating value, and to improve the heating efficiency by using titanium or titanium alloy as the metal material forming the inner surface layer of a pan, and furthermore, using magnetic metal material as the metal material forming the outer surface layer of the pan.

CONSTITUTION: A pan main body 10 is formed into the double-layer structure of clad, and the pan inner surface layer 1 is made of titanium or titanium alloy, and the pan outer surface layer 2 is made of magnetic metal material such as magnetic stainless steel. The surface of the inner surface layer 1 is formed with a film 3 such as titanium oxide film or titanium nitride film at need. Since this titanium oxide film does not need the film coating or the special heating, the pan main body 10 can be manufactured by superplastic processing or hot forging. This titanium or titanium alloy has the performance for appropriately relaxing the heat conduction to the food, and furthermore, since it has a small heat conductivity and a small density, it is appropriate for the material forming the inner surface layer. Furthermore, titanium and titanium alloy is a heater, which receives the induction heating work by the high frequency current and which heats efficiently, it is excellent for the metal material forming the outer surface layer 2.

**LEGAL STATUS**[Date of request for examination] **05.06.2001**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

PAT-NO: JP408096946A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08096946 A

TITLE: ELECTROMAGNETIC COOKING PAN

PUBN-DATE: April 12, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HASHIZUME, KIMIO

MAKINO, OSAMU

WATANABE, MIKIO

SHIRAKI, YASUHIRO

HOTTA, MASAMI

OKUBO, NOBUHIRO

YOSHIDA, HIROSHI

KATAGIRI, TATSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A
KK KINOMASA	N/A
NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD	N/A

APPL-NO: JP06233063

APPL-DATE: September 28, 1994

INT-CL (IPC): H05B006/12, A47J036/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase the heating value, and to improve the heating efficiency by using titanium or titanium alloy as the metal material forming the inner surface layer of a pan, and furthermore, using magnetic metal material as the metal material forming the outer surface layer of the pan.

CONSTITUTION: A pan main body 10 is formed into the double-layer structure of clad, and the pan inner surface layer 1 is made of titanium or titanium alloy, and the pan outer surface layer 2 is made of magnetic metal material such as magnetic stainless steel. The surface of the inner surface layer 1 is formed with a film 3 such as titanium oxide film or titanium nitride film at need. Since this titanium oxide film does not need the film coating or the special heating, the pan main body 10 can be manufactured by superplastic processing or hot forging. This titanium or titanium alloy has the performance for appropriately relaxing the heat conduction to the food, and furthermore, since it has a small heat conductivity and a small density, it is appropriate for the material forming the inner surface layer. Furthermore, titanium and titanium alloy is a heater, which receives the induction heating work by the high frequency current and which heats efficiently, it is excellent for the metal material forming the outer surface layer 2.

DERWENT-ACC-NO: 1996-244284

DERWENT-WEEK: 199625

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Pan for electromagnetic cooking appliance - has external surface layer made up of metallic magnetic material such as magnetic stainless steel

PATENT-ASSIGNEE: KINOMASA KK[KINON], MITSUBISHI ELECTRIC CORP[MITQ], NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD[NIYA]

PRIORITY-DATA: 1994JP-0233063 (September 28, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 08096946 A	April 12, 1996	N/A	008	H05B 006/12

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 08096946A	N/A	1994JP-0233063	September 28, 1994

INT-CL (IPC): A47J036/02, H05B006/12

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 08096946A

BASIC-ABSTRACT:

The pan applicable to electromagnetic cooking appliance consists of an inner layer (1) and an outer layer (2). The inner layer is usually made up of titanium alloy. Sandwiched between the inner and outer layers is the interface layer usually made up of Cu-Ni alloy.

There is also a skin layer (3) which covers the inner layer and is made up of titanium oxide or titanium nitride. The main feature of the pan is that the external layer is made of magnetic metallic material like magnetic stainless steel.

ADVANTAGE - Improves heat conduction and efficiency.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/3

TITLE-TERMS: PAN ELECTROMAGNET COOK APPLIANCE EXTERNAL SURFACE LAYER MADE UP METALLIC MAGNETIC MATERIAL MAGNETIC STAINLESS STEEL

DERWENT-CLASS: P28 X25 X27

EPI-CODES: X25-B02A2; X27-C06;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-204952

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A pan for induction heating cookers characterized by for a metallic material which constitutes pan tapetum being titanium or a titanium alloy in a pan made from a clad for induction heating cookers, and a metallic material which constitutes a pan external layer being a magnetic metallic material.

[Claim 2] A pan for induction heating cookers characterized by for a metallic material which constitutes pan tapetum being titanium or a titanium alloy in a pan made from a clad for induction heating cookers, and a metallic material which constitutes a pan external layer being magnetic stainless steel.

[Claim 3] A pan for induction heating cookers according to claim 1 or 2 characterized by setting thickness of a metallic material of a pan external layer to 0.1-3.0mm.

[Claim 4] A pan for induction heating cookers according to claim 1 or 2 characterized by setting thickness of a metallic material of pan tapetum to 0.1-3.0mm.

[Claim 5] A pan for induction heating cookers given in claim 1 characterized by setting sum total thickness of a pan to 1.0-4.0mm thru/or any 1 term of 4.

[Claim 6] A pan for induction heating cookers given in claim 1 characterized by having an interlayer who eases heat conduction between pan tapetum and a pan external layer thru/or any 1 term of 5.

[Claim 7] A pan for induction heating cookers given in claim 1 characterized by having an interlayer who has thermal conductivity in the range of 1 - 50 W/m-K between pan tapetum and a pan external layer thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] A pan for induction heating cookers according to claim 7 characterized by an interlayer being duplex stainless steel.

[Claim 9] A pan for induction heating cookers according to claim 7 characterized by an interlayer being a copper-nickel alloy.

[Claim 10] A pan for induction heating cookers given in claim 1 characterized by covering the surface of pan tapetum with at least one or more kinds of coats of a titanic-acid-ized coat or a titanium nitride film thru/or any 1 term of 9.

[Claim 11] A pan for induction heating cookers given in claim 1 characterized by covering the surface of pan tapetum with a 4 fluoridation resin layer thru/or any 1 term of 10.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the pan used for an induction heating cooker.

[0002]

[Description of the Prior Art] The exoergic principle by the induction heating cooker passes an eddy current in the pan which the induction coil arranged under the plate of an induction heating cooker was made to generate a sink and an alternating current magnetic field, and was carried on the plate in the high frequency current at it. This eddy current changes to the Joule's heat according to the proper electric resistance of the main part of a pan, and makes the main part of a pan generate heat. For this reason, since it is what cooking of various foods, such as cooking rice, stir-fried dishes, deep-fried dishes, and simmered dishes, is possible, and does not take out flame with an induction heating cooker, it is safe and clean. Moreover, since it is the thing which makes a pan generate heat directly, thermal efficiency is high and is spreading quickly reflecting the social situation and the convenience of energy saving of these days.

[0003] As such a pan for induction heating cookers, since electric resistance is low in the thing of non-magnetic material, such as aluminum and copper, and calorific value is small, as shown in iron and JP,2-27518,Y, generally the pan made from a clad used as stainless steel is widely used [ material / aluminum and / pan external surface side ] in the pan inside side material. Here, in this specification, when calling it the pan made from a clad, the pan which has a material layer more than two-layer [ by which the material which constitutes the main part of a pan was compound-ized with two or more sorts of dissimilar metal materials ] shall be said. Moreover, about the structure more than two-layer, if it is compound-ized even if not joined, it will not interfere at all. It is limited also neither about the cementation method nor especially the compound method. Moreover, when describing the component of the pan made from a clad below, the material name which constitutes the pan tapetum first is described, and it expresses with the form subsequently to an interlayer's material name and the last connected with the slash mark to the condition of the material name of a pan external layer, respectively. In it, the upper example expresses aluminum/stainless steel, and shows that it is a two-layer composite-material layer.

[0004] In the pan for the conventional induction heating cookers, in an iron pan, since the thermolysis from the side is large, the range of the dish which can do moderate cooking is restricted very much, and also there is a defect that weight becomes large. On the other hand, in the pan made from the clad of aluminum/stainless steel, although it becomes light compared with iron at the point of weight, it is confirmed that it is inferior in calorific value and exoergic effectiveness, and the range which can be cooked also has the trouble of being narrow.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, the pan for the conventional induction heating cookers does not serve as layout and manufacture which fully took into consideration the exoergic principle of an induction heating cooker, but has structure which cannot do moderate cooking. That is, in cooking by the induction heating cooker, it has the field which the pan itself generates heat quickly by electromagnetic induction directly unlike things, such as the conventional gas fire and a sheath heater, a defect, such as being generated with [ of foods ] Covili, appears [ since it is told to foods, without heat easing, flavor is spoiled depending on the class of cooking, or ] vividly, therefore is not suitable for cooking of a large range. Especially, in the pan made from a clad, selection of the component and its board thickness was difficult, and was performed by trial and error until now in many cases.

[0006] In view of such the present condition and the conventional trouble, based on magnetic field analysis, this invention persons calculated calorific value based on the magnetic-flux distribution and eddy current distribution inside a pan, and came examination in piles about the optimal component and board thickness. Based on the matter which carried out knowledge by this examination result, calorific value of this invention is large, and its exoergic effectiveness is high, moreover it is excellent in heat-conduction emollience, and aims at offering the lightweight pan for induction heating cookers suitable for wide range cooking.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In a pan made from a clad for induction heating cookers, this invention is considering as a pan for induction heating cookers characterized by for a metallic material which constitutes pan tapetum being titanium or a titanium alloy, and a metallic material which constitutes a pan external layer being a magnetic metallic material, and solves the above-mentioned technical problem.

[0008] A desirable embodiment of this invention is a combination which uses a metallic material of pan tapetum as titanium or a titanium alloy, and uses a metallic material of a pan external layer as magnetic stainless steel.

[0009] About thickness of a pan, thickness of a metallic material of a pan external layer is set to 0.1-3.0mm. Moreover, thickness of a metallic material of pan tapetum is set to 0.1-3.0mm. In this case, sum total thickness of a pan is set to 1.0-4.0mm.

[0010] According to the still more desirable embodiment, an interlayer who eases heat conduction is prepared between pan tapetum and a pan external layer. As for a material which eases especially this heat conduction, duplex stainless steel or a copper-nickel alloy is suitable.

[0011] Moreover, the surface of pan tapetum is covered with a titanic-acid-ized coat, a titanium nitride film, or a 4 fluoridation resin layer.

[0012]

[Function] In the pan made from the clad for induction heating cookers, the heating element with which a pan external layer mainly generates heat in response to an electromagnetic-induction operation of an induction heating cooker is constituted, and the pan tapetum needs to ease heat transfer from the heating element moderately, and to tell foods. When what is considered by importance as that candidate material in the physical-properties value of density, thermal conductivity, a volume resistivity, and relative permeability is raised as a component of the pan made from this clad, it is as in a table 1.

[0013]

[A table 1]

物性 材料	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	熱伝導率 (W/m · K)	体積抵抗率 (μΩm)	比透磁率
T i	4.51	17	0.47~0.55	1
T i-5%A l-2.5%V	4.48	8	1.22	1
T i-6%A l-4%V	4.48	7	1.78	1
T i-8%A l-2.5%S n	4.48	9	1.57	1
T i-6%A l-2%C r-1%F e	4.80	10	1.60	1
S U S 321	7.89	16	0.72	1
S U S 304	7.90	17	0.72	1
S U S 430	7.75	25	0.60	100
S U S 329 J 1 (二相ステンレス鋼)	7.80	21	0.88	20
C u -10% N i	8.90	42	0.15	1
洋白 (18% N i -17% Z n -C u)	8.78	23	0.29	1
42-6合金 (42% N i -8%C r -F e)	8.12	12	0.35	2000
42合金 (42% N i -F e)	8.11	15	0.70	3000
27C r合金 (21% C r -F e)	7.65	23	0.87	200
A l	2.71	222	0.08	1
F e	7.86	84	0.10	800

[0014] In the material of a table 1, since that whose relative permeability is 1 is unsuitable as an exoergic material of a pan external layer, Cu-10%nickel, nickel silver, Ti, Ti alloy, and the non-magnetic stainless steel of aluminum and SUS304, or SUS321 are removed. Moreover, since the volume resistivity is small also in a magnetic metallic material with larger relative permeability than 1, exoergic effectiveness is bad, and Fe is rust and a cone. Since density is large, as for 42-6 alloy and 42 alloys, weight becomes large. Therefore, as an exoergic material of a pan external layer, the magnetic stainless steel of SUS430 or SUS329J1 grade is suitable also in the magnetic metallic material.

[0015] Next, what has the engine performance which eases heat conduction as a material of the pan tapetum is required.

Therefore, the very high aluminum of thermal conductivity and iron are not desirable. Therefore, as for the good thing which has smaller density, what has thermal conductivity low to some extent is better. From this point, titanium and a titanium alloy are most suitable as a material of the pan tapetum.

[0016] As thermal conductivity of the metallic material of the pan tapetum, 1-50W/m and K are suitable. In less than 1 W/m-K, thermal conductivity is bad, cooking takes time amount on the contrary, and there is a possibility of cooking effectiveness not only worsening, but spoiling flavor depending on cooking. Moreover, if thermal conductivity exceeds 50 W/m-K, the relaxation effect of heat to the pan external layer which it was quickly heated by electromagnetic induction and carried out the temperature up to high temperature will become small, and cooking of a large range will become difficult.

[0017] Having set the board Atsunori enclosure of the pan tapetum and a pan external layer to 0.1-3.0mm, respectively specifies from the field of heating effectiveness in consideration of the weight side from cooking workability, the cost side from acquisition and the manufacturability of a material, etc. Moreover, although having set the sum total board Atsunori enclosure of a pan to 1.0-4.0mm is also based on the above-mentioned request, it specifies mainly as a board Atsunori enclosure of a practical pan.

[0018] The pan for the induction heating cookers of this invention is not limited to the thing made from the clad of two-layer structure. Even if it is the product made from a clad of three or more layers, it does not interfere at all. In this case, the material in which the interlayer between the pan tapetum and a pan external layer has the heat-conduction emollience of the pan tapetum selects a material conjointly. The magnetic stainless steel and the thermal conductivity of the pan external layer which manages an

exothermic effect approximate duplex stainless steel or a copper-nickel alloy, and the good result has been obtained so that it may see also at the result (a table 2, table 3) of an example.

[0019] Both the titanic-acid-ized coats, titanium nitride films, or 4 fluoridation resin layers that cover the surface of the pan tapetum are for improving with [ of foods ] Covili, and especially a titanic-acid-ized coat and a titanium nitride film are firmer than a 4 fluoridation resin layer, and serve as long-awaited surface quality as a business-use pan especially.

[0020]

[Example]

Example 1. drawing 1 is the cross-section side elevation of the pan for induction heating cookers concerning the example 1 of this invention, expands a part and is shown. The main part of a pan of this example shown with the whole sign 10 consists of a product made from a clad of two-layer structure, and the pan tapetum 1 is used as a titanium alloy, and it uses the pan external layer 2 for example, as magnetic stainless steel. Furthermore, the suitable coat 3 is given to the surface of the pan tapetum 1 if needed. In this example, it is a titanic-acid-ized coat and a titanium nitride film, and a titanic-acid-ized coat and a titanium nitride film are formed by heating at the time of the fabrication of the main part 10 of a pan, or cooking. Unlike a 4 fluoridation resin layer, a titanic-acid-ized coat and a titanic-acid-ized coat require neither coat coat processing nor special heat treatment. Such a main part 10 of a pan made from a clad can be made with superplasticity forming or hot forging.

[0021] the inside of the candidate material which requires that the metallic material which constitutes the pan tapetum<sup>1</sup> is what has the engine performance which eases heat transfer to foods moderately as mentioned above, and is shown in a table 1, and nickel silver -- pure -- except for aluminum and Fe, all materials are applicable. Especially, titanium and a titanium alloy can be said to the top where thermal conductivity is small as the most desirable material from density being small.

[0022] Since the metallic material which constitutes the pan external layer 2 must be the heating element which generates heat efficiently in response to the induction-heating operation by the high frequency current of the induction heating cooker which is not illustrated, a magnetic metallic material with proper electric resistance high as much as possible is used for it.

[0023] Generally, the penetration depth of an eddy current is  $\delta = k (\rho/\mu f)^{1/2}$ . It is expressed with (m). However, for the depth of penetration (m) of an eddy current, and rho, a volume resistivity (micromegam) and mu are [  $\delta / \sqrt{\rho f}$  ] the frequency (Hz) of coil current and k of relative permeability and f constants. Therefore, a penetration depth becomes deep, so that this value of penetration depth delta of an eddy current which flows in a metal by electromagnetic induction is large depending on the ratio of the volume resistivity rho of that metal itself, and relative permeability mu, and rho/mu. When the value of rho/mu is very small, it is necessary to make quite thin thickness of the magnetic metallic material of a pan external layer from the field of heating effectiveness, and since the difference of thickness with the metal of the pan tapetum compound-ized in order to ease heat in addition to the problem from the manufacturing-cost side of a pan becomes large, heating tone nous gets worse. On the other hand, since an exoergic effectiveness side to board thickness becomes thick and pan weight increases when the value of rho/mu is large, cooking workability cooks bad, having single hand like especially a frying pan. Since it is such, as a material of the pan external layer 2, magnetic stainless steel is suitable also in the material of a table 1.

[0024] As an example of magnetic stainless steel, \*\* ferritic stainless steel (SUSs 430, 405, 410L, and 429 etc.), \*\* duplex stainless steel (SUS329J1,329J2L etc.), and \*\* martensitic stainless steel (SUSs 403 and 410, 420J1, etc.) are raised.

[0025] A table 2 shows the relation of the component of a pan and calorific value which were obtained in magnetic field analysis. It combines and the example of a comparison is also shown. And although the pan was actually made as an experiment, the thermal efficiency of a prototype pan was measured in accordance with "the technical standards of an electrical part" of the Japan Electric Association convention based on magnetic field analysis data and it compared with the magnetic field analysis result in order to verify the validity of a magnetic field analysis result, both were hardly permitted a difference. About the pan, the model used in magnetic field analysis considered versatility, and made it the outer diameter of 220mm, and a height of 180mm. On the other hand, a coil shall refer a 5kW business-use induction heating cooker the shape of a doughnut with an outer diameter [ of 260mm ], and a bore of 40mm to the copper wire of 5mm of wire sizes, and shall pass uniformly alternating current (45Armsx22 turn) of 25kHz of drive frequencies to this.

[0026]

[A table 2]

	試料No.	構成材料 カッコ内は板厚(mm)	合計板厚 (mm)	発熱量 (kW)	発熱効率 (%)	重量 (kg)
実 施 例	1	Ti-6Al-4V 合金/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.4	88	1.63
	2	Ti-6Al-4V 合金/SUS329J1 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.6
	3	Ti-8Al-2.5V 合金/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.8	86	1.64
	4	Ti/Cu-10Ni 合金/Ti/SUS329J1 (0.8) (1.8) (0.1) (0.4)	2.5	4.1	82	3.08
	5	Ti-8Al-4V 合金/SUS329J1/SUS430 (1.6) (0.1) (0.5)	2.2	4.2	84	1.87
	6	Ti-6Al-2.5Sn/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.6
	7	Ti-8Al-2Cr-1Pb/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.2	84	1.6
	8	Ti-8Al-4V 合金/42-8合金 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.65
	9	Ti-8Al-4V 合金/42合金 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.65
	10	Ti-6Al-4V 合金/27Cr合金 (1.6) (0.4)	2.0	4.0	80	1.82
比 較 例	11	Ti-8Al-4V 合金/Pb (1.6) (0.4)	2.0	3.8	78	1.84
	12	Al/Cu-18Ni-17Zn合金 (1.0) (1.0)	2.0	1.2	24	1.88
	13	Al/Fe (1.0) (1.0)	2.0	3.8	73	1.69
	14	Al/SUS430 (1.0) (1.0)	2.0	3.8	76	1.67
	15	Pb (2.0)	2.0	4.3	86	2.62
	16	Ti-6Al-4V 合金 (2.0)	2.0	3.1	62	1.42

[0027] Moreover, drawing 2 is the graph of the result of having investigated change of the calorific value by the board thickness of SUS430 of \*\*\*\*\* made from a clad of Ti-6aluminum-4 V/SUS430 of sample No.1, and a pan external layer.

[0028] Furthermore, a table 3 performs actually various cookings about a typical prototype pan, and adjusts the test result which compared the cooking engine performance of a pan. In fitness and \*\* mark, improper and x mark express [ O mark / best and O mark ] a failure a little among a table 3.

[0029]

[A table 3]

	実施例の電磁調理器用鍋			従来の電磁調理器用鍋	
	(No.1) Ti-6Al-4V/SUS430 クラッド製鍋	左記の鍋内面に 四重化樹脂を コート	(No.4) Ti/Cu-10Ni/Ti/SUS329J1 クラッド製鍋	(No.14) Al/SUS430 クラッド製鍋	(No.15) Fe単体鍋
お湯の沸き方	○ (泡が細かい)	○	○	×	△
鍋の保温力	△	△	○ (差し水をしても 直ぐに沸騰する)	×	△
目玉焼きを焼く	◎ (焦げ付かない)	◎	○	○	△
ホワイトソース を温める	◎ (焦げ付かない)	◎	○	△	×
米を炊く	○ (万遍なく炊ける)	○	○	△	× (部分的に炊け ない所ができる)
コンソメを 温ます	○	○	○	× (玉子の自身 が底で焦げる)	△
調理 作業性	重量	○	○	△	○
	洗净性	○	◎	○	△
					× (食材のコビリ 付きがひどい)

[0030] The value with high calorific value and exoergic effectiveness is shown about all of sample No.1 to No.11 of an example, and the calorific value near the output of an induction heating cooker is further obtained by optimization of the board thickness of a component by sample No.1 so that the magnetic field analysis result of a table 2 may show. And pan weight is also light except sample No.4. In addition, the board thickness beyond necessity not only serves as weight increase of a pan, but is subtracted from the point of exoergic effectiveness. On the other hand, the point that the pan made from a clad of the aluminum/nickel silver and the aluminum/iron shown in the example of a comparison, and aluminum/stainless steel (sample No.12-14) is inferior to calorific value and exoergic effectiveness generally, and pan weight becomes heavy especially in an iron simple substance pan is conspicuous. Although the Ti-6aluminum-4V alloy simple substance pan of sample No.16 is introduced to Nikkei material & technology 94.7 (No.143, 44 pages), it is clear in the way of an example having become [ exoergic effectiveness ] higher and being a highly efficient pan for induction heating cookers. In addition, although pan weight has become the highest as for sample No.4, this is because the effect of the thickness of an interlayer's Cu-10%nickel is size, and it can be made lighter than an iron simple substance pan by reducing this thickness.

[0031] Moreover, sample No.4 become the pan made from a clad of four layers, and sample No.5 have become the pan made from a clad of three layers. Drawing 3 is the cross section showing the pan made from a clad of three layers, and 4 is an interlayer. The middle class's 4 Cu-10%nickel used with a table 2 and duplex stainless steel are working as materials which ease heat conduction with the titanium or the titanium alloy of the pan tapetum 1. This is clear also from the thing of other two-layer structures, and the point which is equal in any way in calorific value and exoergic effectiveness. However, there are many fields where the combination of titanium / magnetic stainless steel, and a titanium alloy / magnetic stainless steel is more advantageous.

[0032] Since \*\* thermal conductivity is 5 - 17 W/m-K, a Michiyoshi Shirabe ability range is large \*\* light weight as an advantage of the pan tapetum being titanium or a titanium alloy and \*\* titanic-acid-ized coat with sufficient operability and a titanium nitride film are formed, it is raised that it is few with [ of foods ] Covili etc. Moreover, since the penetration depth of \*\* eddy current which \*\* exoergic effectiveness goes up is shallow as an advantage of a pan external layer being magnetic stainless steel, it is possible to make thickness of a pan external layer thin, without dropping exoergic effectiveness, and it is raised that lightweight-ization can be performed, that \*\* rust is not generated, etc.

[0033] According to drawing 2 , it turns out that calorific value changes with the thickness of a pan external layer. In the case of SUS430, when thickness is 0.3mm, the maximum calorific value is shown, and yet quite high calorific value is shown also in 3.0mm. The lower limit of 0.1mm of the thickness of the pan external layer in this invention is coming mainly from the manufacture limit of the pan made from a clad.

[0034] This example of a Michiyoshi Shirabe ability range is far larger so that clearly also from the result of a table 3. This is because it has the function in which the pan tapetum eases heat conduction as already stated. Since the temperature rise at the time of Rika Shirabe heat becomes loose by the pyrosphere with the titanium or the titanium alloy of the pan tapetum especially, cooking of a large range is possible. Moreover, compared with the conventional pan for induction heating cookers, it is lightweight, and cooking workability is good and excellent also in heat retaining property. Furthermore, in the pan made from a clad of this example, since the metal of the pan tapetum is titanium or a titanium alloy, the titanic-acid-ized film or the titanium nitride film is formed in the surface, and it is one of the big features that a pan also has little Lycium chinense with Covili as for foods.

[0035] The example 2. table 4 shows the calorific value at the time of changing the board thickness of internal and external layers, exoergic effectiveness, and weight based on magnetic field analysis data further about sample No.1 of a table 1.

[0036]

[A table 4]

TI-6Al-4V / SUS430	発熱量 (kW)	発熱効率 (%)	重量 (kg)
0. 9mm/0. 1mm	3. 5	70	0. 8
2. 0mm/1. 5mm	4. 0	80	3. 5
3. 0mm/1. 0mm	3. 8	76	2. 7

[0037] If the board thickness of a pan external layer becomes small so that it can guess also from the result of drawing 2 , calorific value will fall and exoergic effectiveness will also fall. The board thickness of the pan tapetum is seldom related to calorific value, and affects the heat-conduction relaxation engine performance chiefly.

[0038]

[Effect of the Invention] Since according to this invention the pan tapetum was used as titanium or a titanium alloy and the pan external layer was used as the magnetic metallic material in the pan made from a clad for induction heating cookers as explained above, the heat-conduction emollience over foods is good, it can do and it is [ cooking of an efficient and large range is lightweight and ] excellent in cooking workability.

[0039] The above-mentioned effect can be further raised by using a pan external layer as magnetic stainless steel especially.

[0040] Since pan inside layer thickness is related to heat-conduction emollience with regards to calorific value, the thickness of a pan external layer has acquired the above-mentioned effect by specifying such thickness in a predetermined range.

[0041] The effect which eases heat conduction is acquired by using duplex stainless steel or a copper-nickel alloy for the interlayer between the pan tapetum and a pan external layer.

[0042] Since the titanic-acid-ized coat and titanium nitride film which cover the surface of the pan tapetum are firmer than 4 fluoridation resin, they demonstrate a great effect in the severe business-use pan of especially a service condition.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross-section side elevation of the pan for induction heating cookers of this invention.

[Drawing 2] It is the graph which shows the board thickness of a pan external layer, and the relation of calorific value.

[Drawing 3] It is the cross section of the pan made from a clad of a three-tiered structure for induction heating cookers.

[Description of Notations]

1 The pan tapetum, 2 A pan external layer, 3 A coat, 4 An interlayer, 10 Main part of a pan.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-96946

(43)公開日 平成8年(1996)4月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 05 B 6/12  
A 47 J 36/02

識別記号 庁内整理番号

314

A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平6-233063

(22)出願日

平成6年(1994)9月28日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71)出願人 594013701

株式会社紀ノ正

東京都中央区新川1丁目22番11号 フジライ  
イト新川ビル1階

(71)出願人 000232793

日本冶金工業株式会社

東京都中央区京橋1丁目5番8号

(74)代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

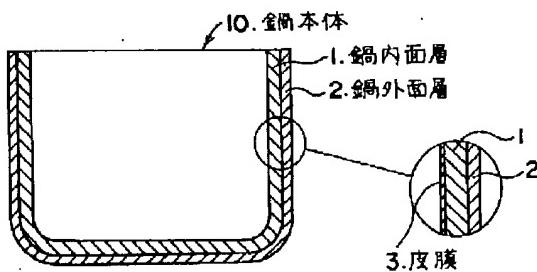
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁調理器用鍋

(57)【要約】

【目的】 高効率、広範囲の加熱料理が可能で、軽量な  
電磁調理器用クラッド製鍋を得る。

【構成】 鍋内面層1をチタンまたはチタン合金とし、  
鍋外面層2を磁性金属材料とする。特に鍋外面層を磁性  
ステンレス鋼とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電磁調理器用のクラッド製の鍋において、鍋内面層を構成する金属材料がチタンあるいはチタン合金であり、かつ、鍋外面層を構成する金属材料が磁性金属材料であることを特徴とする電磁調理器用鍋。

【請求項2】 電磁調理器用のクラッド製の鍋において、鍋内面層を構成する金属材料がチタンあるいはチタン合金であり、かつ、鍋外面層を構成する金属材料が磁性ステンレス鋼であることを特徴とする電磁調理器用鍋。

【請求項3】 鍋外面層の金属材料の厚さを0.1～3.0mmとしたことを特徴とする請求項1または2記載の電磁調理器用鍋。

【請求項4】 鍋内面層の金属材料の厚さを0.1～3.0mmとしたことを特徴とする請求項1または2記載の電磁調理器用鍋。

【請求項5】 鍋の合計厚さを1.0～4.0mmとしたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の電磁調理器用鍋。

【請求項6】 鍋内面層と鍋外面層の間に熱伝導を緩和する中間層を有することを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の電磁調理器用鍋。

【請求項7】 鍋内面層と鍋外面層の間に熱伝導率が1～50W/m·Kの範囲にある中間層を有することを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の電磁調理器用鍋。

【請求項8】 中間層が二相ステンレス鋼であることを特徴とする請求項7記載の電磁調理器用鍋。

【請求項9】 中間層が銅ニッケル合金であることを特徴とする請求項7記載の電磁調理器用鍋。

【請求項10】 鍋内面層の表面がチタン酸化皮膜またはチタン窒化皮膜の少なくとも1種類以上の皮膜で被覆されていることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の電磁調理器用鍋。

【請求項11】 鍋内面層の表面が四弗化樹脂層で被覆されていることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1項に記載の電磁調理器用鍋。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電磁調理器に使用される鍋に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電磁調理器による発熱原理は、電磁調理器のプレートの下に配置された誘導コイルに高周波電流を流し、交流磁界を発生させて、プレート上に載せられた鍋に渦電流を流す。この渦電流は鍋本体の固有電気抵抗に応じてジュール熱に変わり、鍋本体を発熱させる。このため、電磁調理器によって、炊飯、炒め物、揚げ物、煮物などいろいろな食材の加熱調理が可能であり、

かつ、炎を出さないものであるため、安全で清潔である。また、直接に鍋を発熱させるものであるため、熱効率が高く、昨今の省エネルギーの社会情勢や便利性を反映して急速に普及しつつある。

【0003】このような電磁調理器用の鍋として、アルミニウムや銅などの非磁性体のものでは電気抵抗が低く発熱量が小さいので、鉄製や、例えば実公2-27518号公報に示すように鍋内面側材料をアルミニウム、鍋外側材料をステンレス鋼としたクラッド製の鍋が広く一般に使用されている。ここで、本明細書において、クラッド製の鍋というときは、鍋本体を構成する材料が2種以上の異種金属材料で複合化された2層以上の材料層を有する鍋をいうものとする。また、2層以上の構造については、接合されていなくても複合化されれば一向に差し支えない。接合方法や複合方法についてもとくに限定されない。また、以下において、クラッド製の鍋の構成材料を記述するときは、最初に鍋内面層を構成する材料名を記し、ついで中間層の材料名、最後に鍋外側層の材料名という具合に、それぞれスラッシュ記号で結んだ形で表わす。上の例では、アルミニウム／ステンレス鋼と表わし、2層の複合材料層であることを示している。

【0004】従来の電磁調理器用の鍋において、鉄製の鍋では側面からの放熱が大きいため、適度な加熱調理ができる料理の範囲が非常に限られるうえに、重量が大きくなるという欠点がある。一方、アルミニウム／ステンレス鋼のクラッド製の鍋では、重量の点では鉄製に比べて軽くなるが、発熱量、発熱効率において劣ることが確かめられており、また、調理可能な範囲も狭いという問題点がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の電磁調理器用の鍋は、電磁調理器の発熱原理を十分に考慮した設計・製造となつておらず、適度な加熱調理ができない構造となっている。すなわち、電磁調理器による調理では、従来のガス火やシーズヒーター等のものとは異なり、鍋自体が直接、電磁誘導により急速に発熱し、熱が緩和せずに食材に伝えられるため、料理の種類によっては風味を損なったり、食材のコビリ付きを生じるなどの欠点が如実に現れ、したがって、広い範囲の加熱調理に適さない面を持っているものである。特に、クラッド製の鍋においてはその構成材料およびその板厚の選定が難しく、これまで試行錯誤的に行われることが多かった。

【0006】本発明者らは、このような現状及び従来の問題点に鑑み、磁界解析に基づき、鍋内部の磁束分布や渦電流分布をもとにして発熱量を計算し、最適な構成材料及び板厚について検討を重ねてきた。本発明は、この検討結果により知見した事項に基づくもので、発熱量が大きく、発熱効率が高く、しかも熱伝導緩和性に優れて

おり、広範囲の加熱調理に適した軽量の電磁調理器用鍋を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、電磁調理器用のクラッド製の鍋において、鍋内面層を構成する金属材料がチタンあるいはチタン合金であり、かつ、鍋外表面層を構成する金属材料が磁性金属材料であることを特徴とする電磁調理器用鍋とすることで、上記課題を解決したものである。

【0008】本発明の好ましい実施態様は、鍋内面層の金属材料をチタンあるいはチタン合金とし、かつ、鍋外表面層の金属材料を磁性ステンレス鋼とする組み合わせである。

【0009】鍋の厚さについては、鍋外表面層の金属材料の厚さを0.1~3.0mmとする。また、鍋内面層の金属材料の厚さを0.1~3.0mmとする。この場合、鍋の合計厚さは1.0~4.0mmとする。\*

\*【0010】さらに好ましい実施態様によれば、鍋内面層と鍋外表面層の間に熱伝導を緩和する中間層を設ける。特にこの熱伝導を緩和する材料は、二相ステンレス鋼または銅ニッケル合金が適している。

【0011】また、鍋内面層の表面をチタン酸化皮膜やチタン窒化皮膜または四 fluor 化樹脂層で被覆する。

## 【0012】

【作用】電磁調理器用のクラッド製の鍋においては、主として鍋外表面層が電磁調理器の電磁誘導作用を受けて発熱する発熱体を構成し、鍋内面層はその発熱体からの熱伝達を適度に緩和して食材に伝えることが必要である。このクラッド製の鍋の構成材料として、密度、熱伝導率、体積抵抗率、及び比透磁率の物性値を重点に、その候補材料として考えられるものをあげると、表1のとおりである。

## 【0013】

【表1】

材料	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	熱伝導率 (W/m·K)	体積抵抗率 (μΩm)	比透磁率
Ti	4.51	17	0.47~0.55	1
Ti-3%Al-2.5%V	4.48	8	1.22	1
Ti-6%Al-4%V	4.48	7	1.76	1
Ti-8%Al-2.5%Sn	4.48	8	1.57	1
Ti-6%Al-2%Cr-1%Fe	4.80	10	1.80	1
SUS321	7.89	18	0.72	1
SUS304	7.90	17	0.72	1
SUS430	7.75	25	0.80	100
SUS329J1 (二相ステンレス鋼)	7.90	21	0.83	20
Cu-10%Ni	8.90	42	0.15	1
洋白 (18%Ni-17%Zn-Cu)	8.78	23	0.28	1
42-6合金 (42%Ni-6%Cr-Fe)	8.12	12	0.95	2000
42合金 (42%Ni-Fe)	8.11	15	0.70	2000
27Cr合金 (27%Cr-Fe)	7.86	23	0.87	200
Al	2.71	222	0.08	1
Fe	7.86	84	0.10	300

【0014】表1の材料において、比透磁率が1であるものは鍋外表面層の発熱材料として不適であるから、Cu-10%Ni、洋白、Ti、Ti合金、AlおよびSUS304やSUS321の非磁性ステンレス鋼は除かれる。また、比透磁率が1より大きい磁性金属材料においても、Feは体積抵抗率が小さいので発熱効率が悪く、また鑄やすい。42-6合金、42合金は密度が大きいので重量が大きくなる。したがって、鍋外表面層の発熱材料としては、磁性金属材料、中でもSUS430やSUS329J1等の磁性ステンレス鋼が適している。

【0015】次に、鍋内面層の材料としては、熱伝導を※50

40※緩和する性能を有するものが要求される。そのため、熱伝導率のきわめて高いアルミニウム、鉄は好ましくない。したがって、ある程度熱伝導率の低いものが良く、また、密度の小さいものほど良い。この点から、チタン及びチタン合金は鍋内面層の材料として最も適している。

【0016】鍋内面層の金属材料の熱伝導率としては、1~50W/m·Kが適している。1W/m·K未満では、熱伝導率が悪く、かえって調理に時間がかかり、調理効率が悪くなるだけでなく、料理によっては風味を損なう恐れがある。また、熱伝導率が50W/m·Kを超

えると、電磁誘導により急速に加熱され高温度に昇温した鍋外面層に対する熱の緩和効果が小さくなり、広い範囲の加熱調理が困難となる。

【0017】鍋内面層及び鍋外面層の板厚範囲をそれぞれ0.1~3.0mmとしたのは、加熱効率の面からはもちろんのこと、調理作業性からの重量面及び材料の入手・製造性からのコスト面等を考慮して規定したものである。また、鍋の合計板厚範囲を1.0~4.0mmとしたのも、上記要請に基づくものであるが、主として実用的な鍋の板厚範囲として規定したものである。

【0018】本発明の電磁調理器用の鍋は2層構造のクラッド製のものに限定されるものではない。3層以上のクラッド製であっても一向に差し支えないものである。この場合、鍋内面層と鍋外面層の中間層は、鍋内面層の熱伝導緩和性を持つ材料とも相俟って材料を選定する。二相ステンレス鋼または銅ニッケル合金は、発熱作用を司る鍋外面層の磁性ステンレス鋼と熱伝導率が近似しており、実施例の結果(表2、表3)にも見られるように好結果を得ている。

【0019】鍋内面層の表面を被覆するチタン酸化皮膜、チタン塗化皮膜または四弗化樹脂層は共に食材のコビリ付きを改善するためのものであり、特にチタン酸化皮膜、チタン塗化皮膜は四弗化樹脂層よりも強固であり、特に業務用鍋としては待望の表面品質となる。

#### 【0020】

##### 【実施例】

実施例1. 図1は本発明の実施例1に係る電磁調理器用鍋の断面側面図で、一部分を拡大して示してある。全体符号10で示される本実施例の鍋本体は、2層構造のクラッド製からなるものであり、鍋内面層1を例えばチタン合金、鍋外面層2を例えば磁性ステンレス鋼としたものである。さらに、鍋内面層1の表面には必要に応じて適当な皮膜3が施される。本実施例ではチタン酸化皮膜やチタン塗化皮膜であり、鍋本体10の成形加工あるいは調理時の加熱によってチタン酸化皮膜やチタン塗化皮膜が形成される。チタン酸化皮膜、チタン塗化皮膜は四弗化樹脂層と異なり、皮膜コート処理や特別な熱処理を要しない。このようなクラッド製の鍋本体10は超塑性加工または熱間鍛造で作ることができる。

【0021】鍋内面層1を構成する金属材料は、前述のように、食材への熱伝達を適度に緩和する性能を持つものであることを要し、表1に示される候補材料中、洋白、純A1、Feを除き全ての材料が対象となる。中でも、チタン及びチタン合金は熱伝導率が小さいうえに密度が小さいことから最も好ましい材料といえる。

【0022】鍋外面層2を構成する金属材料は、図示しない電磁調理器の高周波電流による誘導加熱作用を受けて効率良く発熱する発熱体でなければならないので、できるだけ固有電気抵抗の高い磁性金属材料を用いる。

【0023】一般に、渦電流の侵入深さは、 $\delta = k (\rho / \mu f)^{1/2}$  (m) で表わされる。但し、 $\delta$ は渦電流の浸透深さ (m)、 $\rho$ は体積抵抗率 ( $\mu\Omega m$ )、 $\mu$ は比透磁率、 $f$ はコイル電流の周波数 (Hz)、 $k$ は定数である。したがって、電磁誘導により金属中に流れる渦電流の侵入深さ $\delta$ は、その金属自体の体積抵抗率 $\rho$ と、比透磁率 $\mu$ との比、 $\rho / \mu$ に依存し、この値が大きいほど侵入深さは深くなる。 $\rho / \mu$ の値が極めて小さい場合には、加熱効率の面から鍋外面層の磁性金属材料の厚みをかなり薄くする必要があり、鍋の製造コスト面からの問題以外に、熱を緩和する目的で複合化した鍋内面層の金属との厚みの差が大きくなるため、加熱調理性が悪化する。一方、 $\rho / \mu$ の値が大きい場合は、発熱効率面から板厚が厚くなり、鍋重量が増大するため、特にフライパンのように片手で持ちながら調理するものでは調理作業

10 性が悪くなる。このような理由から、表1の材料中でも、鍋外面層2の材料としては磁性ステンレス鋼が好適である。

【0024】磁性ステンレス鋼の例としては、①フェライト系ステンレス鋼 (SUS430、405、410L、429など)、②二相ステンレス鋼 (SUS329J1、329J2Lなど)、③マルテンサイト系ステンレス鋼 (SUS403、410、420J1など) があげられる。

【0025】表2は、磁界解析により得られた鍋の構成30 材料と発熱量との関係を示したものである。併せて、比較例についても示してある。そして、磁界解析結果の妥当性を検証するために、磁界解析データに基づいて、実際に鍋を試作し、日本電気協会規定の「電気部品の技術基準」に従って試作鍋の熱効率を測定し、磁界解析結果と比較したが、両者にはほとんど差が認められなかった。磁界解析において用いたモデルは、鍋については、汎用性を考えて外径220mm、高さ180mmとした。一方、コイルは5kWの業務用電磁調理器を参考に、線径5mmの銅線を外径260mm、内径40mmのドーナツ状とし、これに駆動周波数25kHzの交流電流 (45Arms × 22ターン) を一样に流すものとした。

【0026】  
【表2】

7

8

	試料No.	構成材料 カッコ内は板厚(mm)	合計板厚 (mm)	発熱量 (kW)	発熱効率 (%)	重量 (kg)
実 施 例	1	Ti-6Al-4V合金/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.4	88	1.63
	2	Ti-6Al-4V合金/SUS329J1 (1.0) (0.4)	2.0	4.1	82	1.6
	3	Ti-3Al-2.5V合金/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.8	88	1.64
	4	Ti/Cu=10Ni合金/Ti/SUS329J1 (0.8) (1.8) (0.1) (0.8)	2.5	4.1	82	8.08
	5	Ti-6Al-4V合金/SUS329J1/SUS430 (1.6) (0.1) (0.5)	2.2	4.2	84	1.87
	6	Ti-6Al-2.5Sn/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.6
	7	Ti-6Al-2Cr-1Fe/SUS430 (1.6) (0.4)	2.0	4.2	84	1.6
	8	Ti-6Al-4V合金/42-6合金 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.65
	9	Ti-6Al-4V合金/42合金 (1.6) (0.4)	2.0	4.1	82	1.65
	10	Ti-6Al-4V合金/27Cr合金 (1.6) (0.4)	2.0	4.0	80	1.82
	11	Ti-6Al-4V合金/Fe (1.6) (0.4)	2.0	3.8	78	1.84
比 較 例	12	Al/Cu=18Ni-17Zn合金 (1.0) (1.0)	2.0	1.2	24	1.68
	13	Al/Fe (1.0) (1.0)	2.0	3.8	72	1.69
	14	Al/SUS430 (1.0) (1.0)	2.0	3.8	78	1.67
	15	Fe (2.0)	2.0	4.3	86	2.52
	16	Ti-6Al-4V合金 (2.0)	2.0	3.1	82	1.42

【0027】また、図2は、試料No. 1のTi-6Al-4V/SUS430のクラッド製鍋について、鍋外表面のSUS430の板厚による発熱量の変化を調べた結果のグラフである。

【0028】さらに、表3は、代表的な試作鍋について、実際にいろいろな調理を行い、鍋の調理性能を比較\*

\*した試験結果をとりまとめたものである。表3中、◎印は最良、○印は良好、△印はやや不可、×印は不可を表わす。

【0029】

【表3】

	実施例の電磁調理器用鍋			従来の電磁調理器用鍋	
	(No.1) Ti-6Al-4V/SUS430 クラッド製鍋	左記の鍋内面に 四重化樹脂を コート	(No.4) Ti/Cu-10Ni/Ti/SUS329J1 クラッド製鍋	(No.14) Al/SUS430 クラッド製鍋	(No.15) Fe単体鍋
お湯の沸き方	○ (泡が細かい)	○	○	×	△
鍋の保温力	△	△	○(差し水をしても 直ぐに沸騰する)	×	△
目玉焼きを焼く	◎ (焦げ付かない)	◎	○	○	△
ホワイトソース を温める	◎ (焦げ付かない)	◎	○	△	×
米を炊く	○ (万遍なく炊ける)	○	○	△	×(部分的に炊け ない所ができる)
コンソメを 煮ます	○	○	○	×(玉子の白身 が底で焦げる)	△
調理 作業性	重量	○	○	△	○
	洗浄性	○	◎	○	△

【0030】表2の磁界解析結果から分かるように、実施例の試料No. 1からNo. 11のすべてについて、発熱量及び発熱効率共に高い値を示しており、さらに、試料No. 1では構成材料の板厚の最適化により電磁調理器の出力近くの発熱量が得られている。しかも試料No. 4以外は鍋重量も軽くなっている。なお、必要以上の板厚は鍋の重量の増加となるだけでなく、発熱効率の点からもマイナスとなる。これに対して、比較例に示したアルミニウム／洋白、アルミニウム／鉄、アルミニウム／ステンレス鋼（試料No. 12～14）のクラッド製鍋は総じて発熱量、発熱効率に劣り、また鉄単体鍋では特に鍋重量が重くなる点が目立っている。試料No. 16のTi-6Al-4V合金単体鍋は、日経マテリアル&テクノロジー94.7（No. 143、44頁）に紹介されたものであるが、実施例のほうが発熱効率が一段と高くなっている。高性能な電磁調理器用鍋であることが明確である。なお、試料No. 4は鍋重量が最も高くなっているが、これは中間層のCu-10%Niの厚みの影響が大であるため、この厚みを減らすことで鉄単体鍋よりも軽くすることができる。

【0031】また、試料No. 4は4層のクラッド製鍋、試料No. 5は3層のクラッド製鍋となっている。図3は3層のクラッド製鍋を示す断面図で、4は中間層である。表2で用いられた中間層4のCu-10%Ni、二相ステンレス鋼は鍋内面層1のチタンあるいはチタン合金と共に熱伝導を緩和する材料として働いている。このことは発熱量、発熱効率において他の2層構造のものと何ら遜色のない点からも明らかである。しかし、チタン／磁性ステンレス鋼、チタン合金／磁性ステンレス鋼の組み合わせのほうが有利な面が多い。

\* 【0032】鍋内面層がチタンまたはチタン合金であることの利点としては、①熱伝導率が5～17 W/m·K のため調理可能範囲が広い、②軽量のため操作性が良い、③チタン酸化皮膜、チタン窒化皮膜が形成されるため食材のコビリ付きが少ないなどがあげられる。また、鍋外表面が磁性ステンレス鋼であることの利点としては、①発熱効率が上がる、②渦電流の侵入深さが浅いため、発熱効率を落とさずに鍋外表面の厚みを薄くすることが可能で、軽量化ができる、③錆が発生しないなどがあげられる。

【0033】図2によると、発熱量は鍋外表面の厚みによって変化することが分かる。SUS430の場合、厚さが0.3mmのとき最大の発熱量を示し、3.0mmにおいても未だかなり高い発熱量を示している。本発明における鍋外表面の厚さの下限値0.1mmは主としてクラッド製鍋の製造限界からきている。

【0034】表3の結果からも明らかなように、本実施例のほうが調理可能範囲がはるかに広いものである。これは、既に述べたように鍋内面層が熱伝導を緩和する機能を持っているからである。特に、鍋内面層のチタンあるいはチタン合金により高温域で調理加熱時の温度上昇が緩やかになるため、広い範囲の加熱調理が可能となっている。また、従来の電磁調理器用鍋に比べて軽量で調理作業性が良く、保温性にも優れている。さらに、本実施例のクラッド製鍋では鍋内面層の金属がチタンあるいはチタン合金であるため、表面にチタン酸化膜またはチタン窒化皮膜が形成されており、食材が鍋にコビリ付くことが少ないと大きな特徴の一つである。

【0035】実施例2、表4は、表1の試料No. 1について、さらに磁界解析データを基に、内外面層の板厚

11

を変えた場合の発熱量、発熱効率、重量を示したもので \*【0036】  
ある。

\*【表4】

Ti-6Al-4V / SUS430	発熱量 (kW)	発熱効率 (%)	重量 (kg)
0.9mm/0.1mm	3.5	70	0.8
2.0mm/1.5mm	4.0	80	3.5
3.0mm/1.0mm	3.8	76	2.7

【0037】図2の結果からも推測できるように、鍋外面層の板厚が小さくなると、発熱量が低下し、発熱効率も落ちる。鍋内面層の板厚は発熱量には余り関係せず、専ら熱伝導緩和性能に影響を与える。

## 【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電磁調理器用のクラッド製鍋において、鍋内面層をチタンあるいはチタン合金とし、鍋外表面を磁性金属材料としたので、食材に対する熱伝導緩和性が良く、高効率で広い範囲の加熱調理ができ、かつ軽量で調理作業性に優れている。

【0039】特に、鍋外表面を磁性ステンレス鋼とすることにより、上記効果を一層向上させることができる。

【0040】鍋外表面の厚さは発熱量に関係し、鍋内面層の厚さは熱伝導緩和性に関係するので、これらの厚さを所定の範囲に規定することで上記効果を得ている。

【0041】鍋内面層と鍋外表面層の中間に中間層を二相ス

※テンレス鋼または銅ニッケル合金を使用することにより、熱伝導を緩和する効果が得られる。

10 【0042】鍋内面層の表面を被覆するチタン酸化皮膜、チタン窒化皮膜は、四弗化樹脂よりも強固であるので、特に使用条件の厳しい業務用鍋において多大の効果を発揮する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電磁調理器用鍋の断面側面図である。

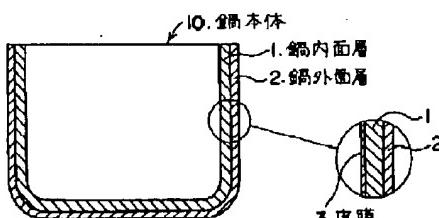
【図2】 鍋外表面層の板厚と発熱量の関係を示すグラフである。

【図3】 3層構造の電磁調理器用クラッド製鍋の断面図である。

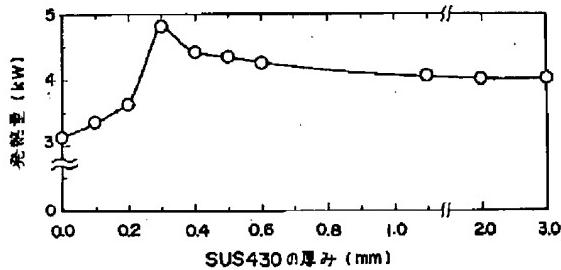
## 【符号の説明】

1 鍋内面層、2 鍋外表面層、3 皮膜、4 中間層、  
10 鍋本体。

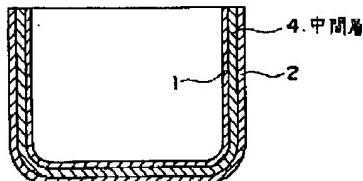
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 橋爪 公男  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 牧野 修  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 渡辺 幹男  
兵庫県尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三  
菱電機株式会社材料デバイス研究所内  
(72) 発明者 白木 康博  
兵庫県尼崎市塚口本町八丁目1番1号 三  
菱電機株式会社材料デバイス研究所内  
(72) 発明者 堀田 正美  
東京都中央区新川1-22-11 株式会社紀  
ノ正内

(72) 発明者 大久保 延弘  
東京都中央区京橋1丁目5番8号 日本治  
金工業株式会社内  
(72) 発明者 吉田 裕志  
神奈川県川崎市川崎区小島町4番2号 日  
本冶金工業株式会社研究開発本部技術研究  
所内  
(72) 発明者 片桐 立夫  
東京都中央区京橋1丁目5番8号 日本治  
金工業株式会社内